Drivhuseffekt og klimaændringer
- diskussion af en række aktuelle spørgsmål


(Foto: Forfatteren)

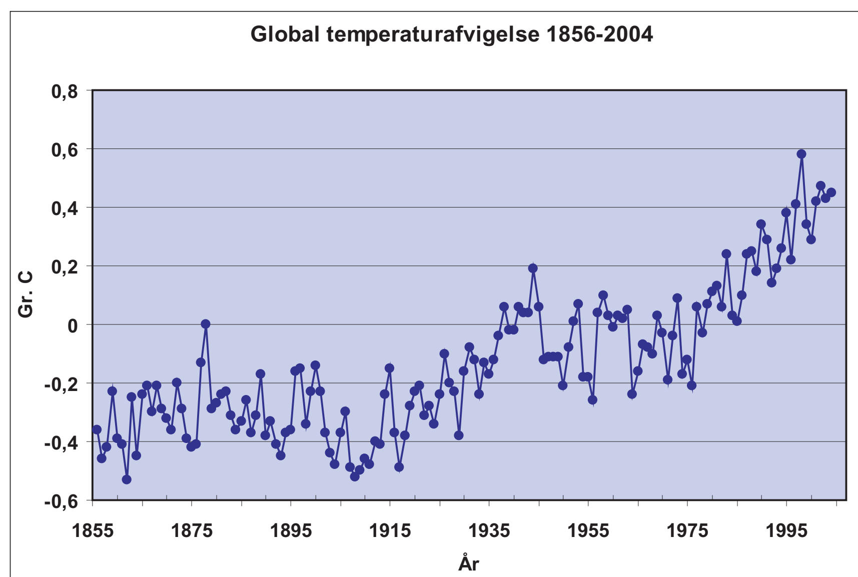
Af Anne Mette K. Jørgensen, divisionschef, DMI

De seneste 15 år har den menneskeskabte drivhuseffekt for alvor været i fokus. Man diskuterer om de klimaændringer, der konstateres, og de mange ekstreme vejrbegivenheder, vi oplever, skyldes den øgede drivhuseffekt, eller om de blot er naturlige variationer. Man diskuterer også størrelsen af fremtidige klimaændringer, Solaktivitetens betydning for klimaet og begrænsninger i udslip af kuldioxid og andre såkaldte drivhusgasser, herunder virkningen af Kyotoprotokollen under FN's klimakonvention.

I denne artikel diskuteres nogle aktuelle spørgsmål, og scenarier for fremtidens klima præsenteres.

Det menneskeskabte bidrag

Jordens atmosfære har en naturlig drivhuseffekt, og uden den ville Jorden være ubeboelig, se boks om drivhuseffekten. Menneskets aktiviteter fører til øget udsendelse af drivhusgasserne kuldioxid, metan og lattergas samt stoffer, der påvirker dannelse af ozon i den nederste del af atmosfæren. Hertil kommer industrielt fremstillede halocarboner (CFC'er m.fl.), som både er effektive drivhusgasser, og som nedbryder ozonlaget i den mellemste del af atmosfæren, samt forskellige andre stoffer, som ikke nødvendigvis er drivhusgasser i sig selv, men som gennem forskellige processer i atmo-



Den globale temperaturudvikling siden 1856. Kurven, som viser afvigelsen fra gennemsnittet i perioden 1961-90, er baseret på målinger fra de nationale meteorologiske institutter, indsamlet af Climate Research Unit, University of East Anglia og det britiske meteorologiske institut Hadley Centre for Climate Prediction. (Grafik: Forfatteren)

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

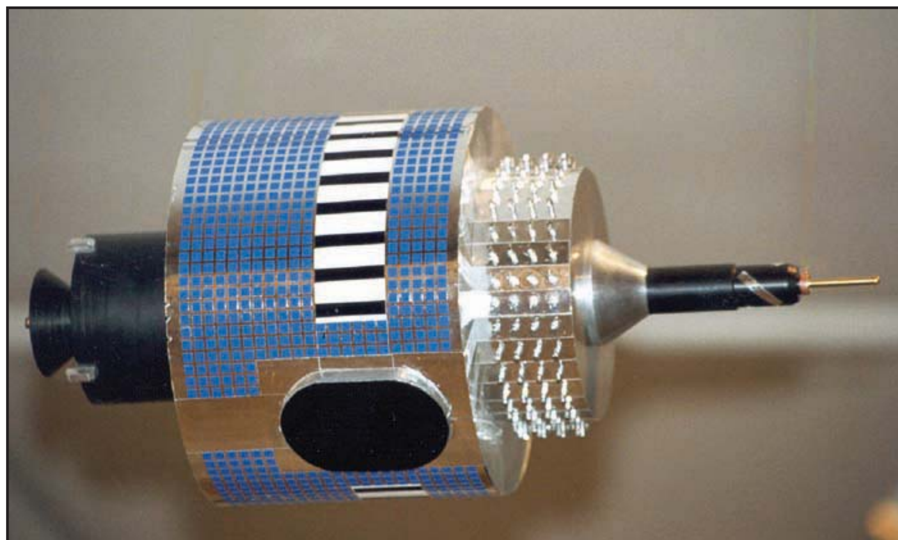
sfæren påvirker dannelsen og nedbrydningen af de primære drivhusgasser.

Urbaniseringseffekt

Globalt set er temperaturen steget 0,7 °C i de seneste 100 år. Stigningen er sket i to perioder, fra 1910-45 og igen siden 1975. Det viser målingerne, men kan vi stole på, at klimadataene viser den sande udvikling? Har man fx taget ordentligt hensyn til den såkaldte urbaniseringseffekt i opgørelsen af overfladetemperaturen?

Mange vejrstationer, som for 100 år siden lå på landet, ligger i dag i eller tæt ved større byer, som opvarmer deres omgivelser. Det betyder, at vi ikke blot måler temperaturen på stedet, men samtidig registrerer, at der efterhånden kommer varmere og varmere by rundt om. Man kan sige, at termometret er blevet "urbaniseret" og endt i en varmeø. Og fordi en del målestationer nu ligger i umiddelbar nærhed af byer, er der en risiko for, at urbaniseringen udgør en uforholdsmæssigt stor del af den målte globale temperaturstigning, selv om målingerne korrigeres for dette.

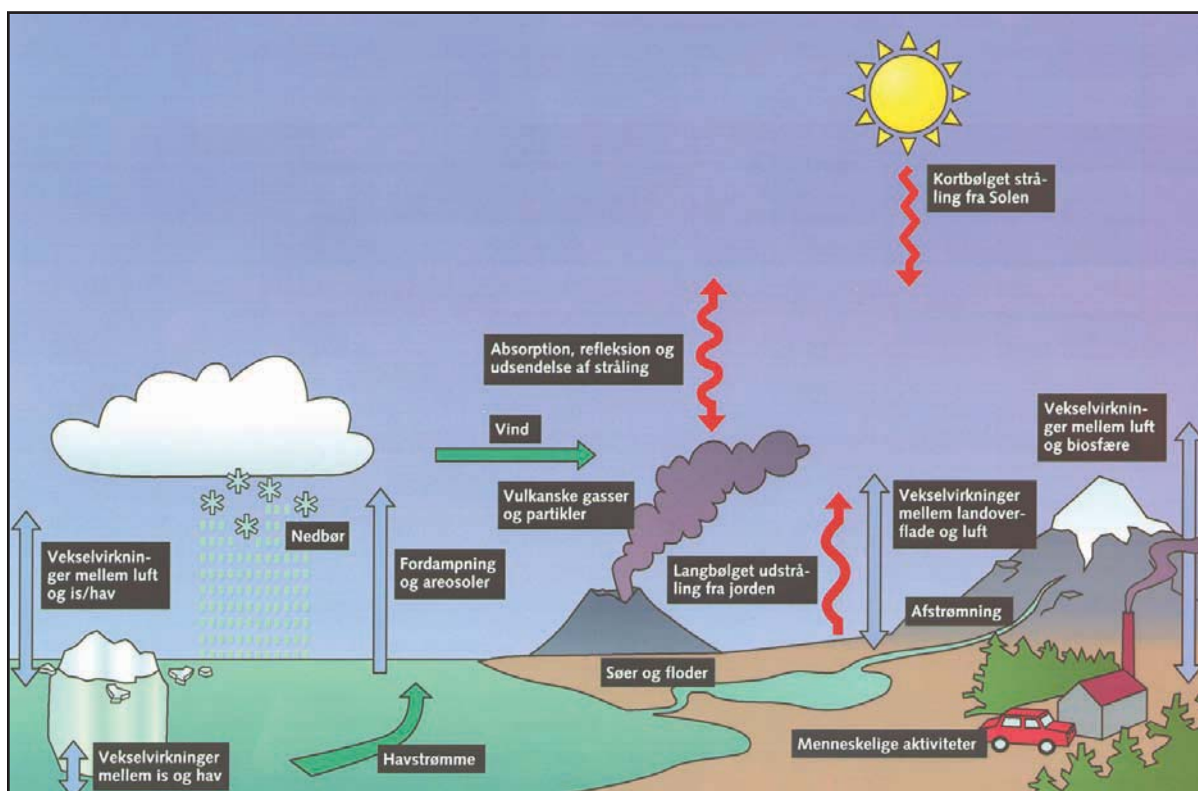
Der er flere undersøgelser, hvor man har sammenlignet temperaturudviklingen for målestationer i byområder og på landet, og her er man kommet frem til, at urbaniseringseffekten højst kan forklare 10 % af den observerede temperaturstigning. I en ny undersøgelse fra 2004 har det britiske meteorologiske institut samlet nattetemperaturer fra 264 vejrstationer over hele verden siden 1950. Nætterne – som er der, hvor urbaniseringen slår kraftigst igennem – deles op i blæsende og vindstille på baggrund af vindmålinger. Hvis urbaniseringen har en væsentlig betydning, vil den slå kraftigst igennem på de stille nætter. Her flytter, spreder og opblander vinden nemlig ikke den varme luft fra byen. Dataene præsenteres på to kurver. Én baseret på data fra de blæsende nætter og én baseret på data fra de vindstille nætter. Resultatet er, at de to kurver viser den samme temperaturstigning over de seneste 50 år, nemlig 0,19 ± 0,06 ºC pr. tiår. På basis af de mange studier konkluderes derfor, at urbaniseringseffekten tilsyneladende ikke spiller nogen væsentlig rolle i de seneste 50 års globale temperaturstigning.



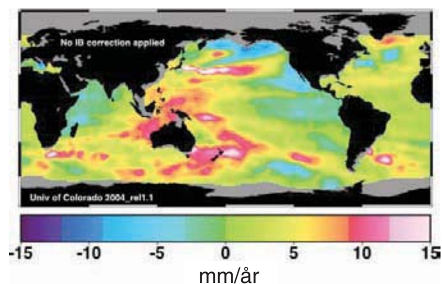
Model af en europæisk vejrsatellit Meteosat. De europæiske meteorologiske institutter samarbejder om vejrsatellitter i organisationen EUMETSAT. (Foto: Forfatteren)

Temperaturen lidt oppe i atmosfæren

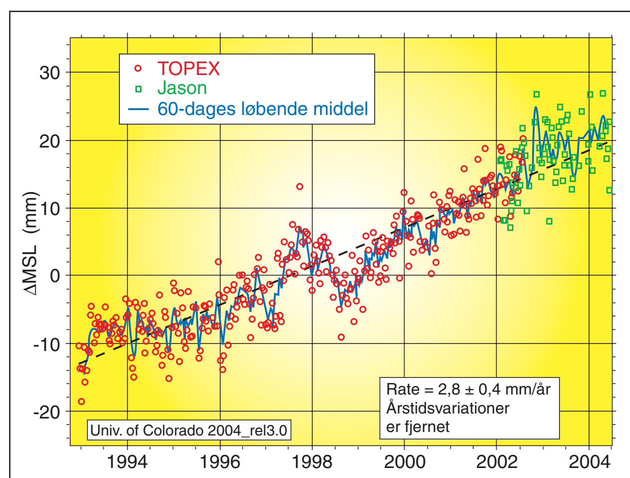
Hvorfor stiger temperaturen ikke i hele den nederste del af atmosfæren? Det spørgsmål har givet anledning til en række undersøgelser og diskussioner. Temperaturen oppe i atmosfæren bestemmes på basis af målinger fra satellitter og ballonbårne instrumenter (radiosondemålinger). Satellitdataene skal bruges med særlig varsomhed, når man ser på længere tidsserier, dels fordi satellitterne har begrænset levetid, og en tidsserie derfor sammenstykkes af data fra flere generationer af satellitter, dels fordi de enkelte satellitters baner ændrer sig i satellittens levetid, de kommer gradvist lidt nærmere til Jorden. Når man korrigerer for disse effekter og sammenligner med radiosondedata, ser man en rimelig overensstemmelse, og man ser, at temperaturen stiger mindre lidt oppe i atmosfæren. En del af forklaringen på dette er udtynding af ozonlaget i den mellemste atmosfære i 20-30 km højde. Ozon er en drivhusgas, og den optager UV-stråling



Klimasystemet og de processer, der beskrives i koblede atmosfære-ocean-klimamodeller. (Grafik: DMI)



Lokale havniveau-tendenser fra 1993-2003, målt af TOPEX/Poseidon-satellitterne. Det er tydeligt, at det gør en stor forskel, hvor på kloden man måler. (Kilde: sealevel.colorado.edu; Leuliette, E. W, R. S. Nerem, and G. T. Mitchum, 2004: Calibration of TOPEX/Poseidon and Jason altimeter data to construct a continuous record of mean sea level change. Marine Geodesy, 27(1-2), 79-94.)



Globalt havniveau (10-dages middel) fra satellitterne TOPEX/Poseidon (røde punkter) og Jason-1 (grønne punkter) for perioden 1993 til 2003. Den blå kurve viser 60-dages løbende middel. (Grafik modificeret af UVH efter: sealevel.colorado.edu; Leuliette, E. W, R. S. Nerem, and G. T. Mitchum, 2004: Calibration of TOPEX/ Poseidon and Jason altimeter data to construct a continuous record of mean sea level change. Marine Geodesy, 27(1-2), 79-94.)

fra Solen. Ozonen nedbrydes af menneskeskabte CFC-gasser m.fl., og derfor er det blevet koldere i den mellemste atmosfære. Den afkøling breder sig længere ned i atmosfæren, og derfor er opvarmningen under ozonlaget mindre end ved jordoverfladen.

Temp-stigningerne naturlige variationer?
I undersøgelser, der har til formål at påvise klimaændringer og bestemme deres årsager, benyttes som udgangspunkt observationer og målinger samt klimamodeller. Observationer og målinger indgår i teoretiske og statistiske studier, og de sammenlignes med den klimaudvikling, som man kan beregne med klimamodeller.

Man kan ved hjælp af statistiske metoder undersøge, om der er en sandsynlig sammenhæng imellem observerede klimaforhold og naturlige og menneskeskabte påvirkninger af klimasystemet. En amerikansk undersøgelse har fx antydet, at der er en sammenhæng imellem solaktivitet og temperatur 12.000 år tilbage. En anden undersøgelse viser, at en kortvarig nedgang i Solens aktivitet for 10.300 år siden satte tydelige klimatiske spor i form af en kuldeperiode. Og danske undersøgelser fra DMI viser, at variationer i Solens aktivitet og udstråling kan forklare en væsentlig del af temperaturvariationerne siden 1500. Men undersøgelserne viser også, at stigningen siden 1975 er større, end solaktiviteten kan forklare.

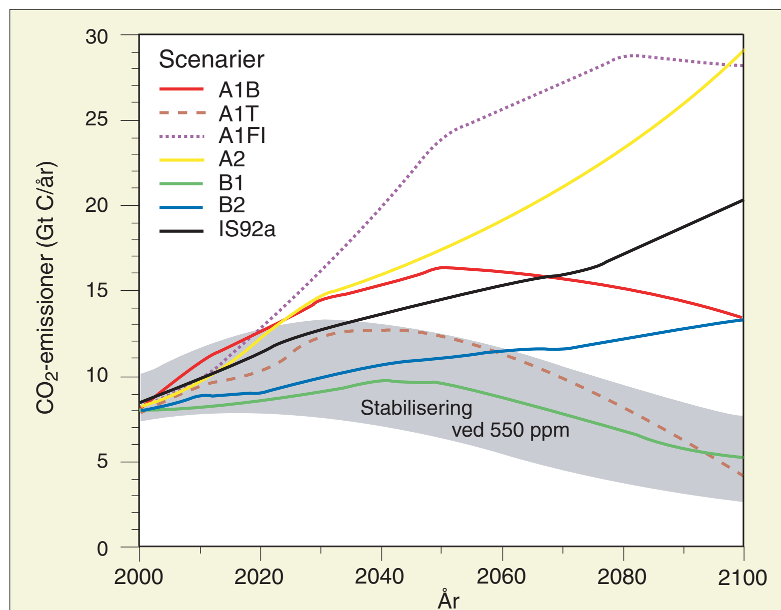
Med klimamodeller kan man beregne, hvor store naturlige klimavariationer (fx variationer i den globale middeltemperatur), der normalt vil forekomme inden for tidshorisonter på 100 til 1.000 år, hvis klimaet ikke påvirkes af ydre faktorer som vulkaner og menneskeskabt drivhuseffekt. Også forhistoriske data fra borekerner m.m. benyttes til at vurdere størrelsen af de naturlige klimavariationer.

I andre undersøgelser er der foretaget sammenligninger af på den ene side observerede mønstre for klimaændringer og på den anden side de ændringer, klimamodellerne har beregnet sig frem til – både klimaændringernes udvikling med tiden, deres regionale variationer, årstidsvariationer og variationer op igennem atmosfæren, og man ser på flere klimaparametre, ikke kun temperaturen. I beregningerne kan man påvirke klimamodellerne med naturlige faktorer og/eller øget drivhuseffekt og aerosoler og se, hvordan den beregnede udvikling for de forskellige påvirkninger passer med den faktisk observerede. Sammenligningerne viser, at man får den bedste overensstemmelse mellem de observerede ændringer og den modelberegnede udvikling, hvis der tages hensyn både til naturlige og menneskeskabte påvirkninger.

Endelig kan man kombinere de forskellige metoder og undersøgelser for at få et samlet billede af klimaændringerne og en mere sikker vurdering af årsagerne til disse ændringer. På basis af de mange forskellige undersøgelser har FN's klimaekspertpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) i sin seneste store rapport fra 2001 konkluderet, at det er sandsynligt at det meste af den opvarmning, der er konstateret de seneste 30-50 år, skyldes menneskets aktiviteter.

Stiger vandstanden i verdenshavene?
Hvis temperaturen på Jorden stiger som følge af menneskets udledning af drivhusgasser, så er der to faktorer, som kan bidrage til globale vandstandsstigninger. Dels udvider vandet sig som følge af opvarmningen, dels smelter gletschere, iskalotter i bjergområder, Grønlands indlandsis og det antarktiske isskjold.

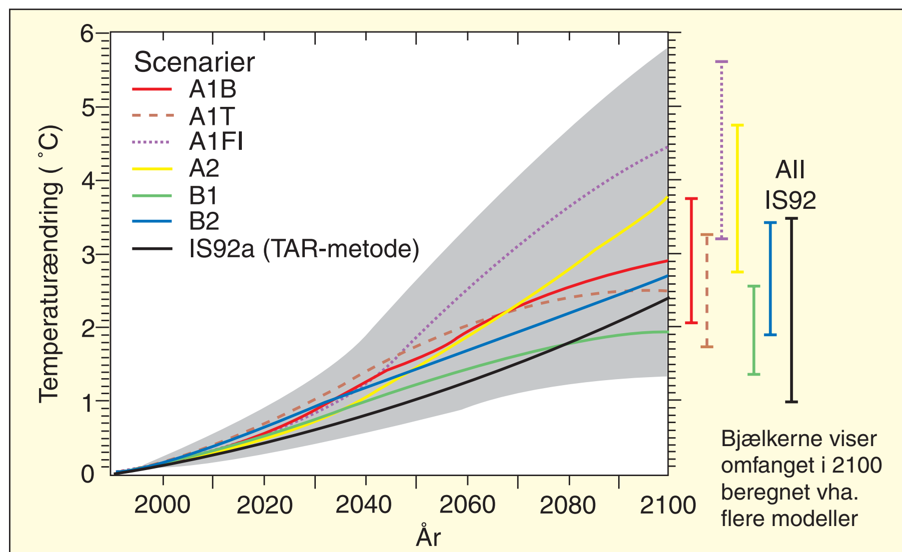
Men stiger vandstanden i verdenshavene så nu? For at besvare spørgsmålet er der brug for observationer fra hele Jorden og over en længere årrække. Der sker nemlig hele tiden (fra år til år og årti til årti) forskydninger i vandstanden. Disse variationer hænger sammen med langsomme, naturlige, små skift og variationer i oceanernes strømninger og temperaturforhold. Dermed er der inden for et eller flere årtier nogle steder,



Oversigt over alternative scenarier for fremtidige udslip af drivhusgasser. FN's klimaekspertpanel IPCC har senest i 2000 gennemført et omfattende scenariearbejde, som viser en række mulige alternative udviklingsperspektiver. Der er opstillet 40 scenarier samlet i grupper med betegnelserne A1, A2, B1 og B2. Det grå bånd viser det interval, som udslippene skal holde sig indenfor, hvis atmosfærens koncentration af drivhusgasser skal stabiliseres på 550 ppm, svarende til ca. det dobbelte af koncentrationen, før industrialiseringen satte ind. Koncentratinen i dag ligger på 380 ppm.(Grafik: UVH modificeret efter IPCC)

hvor vandstanden stiger, og andre steder, hvor den falder. Desuden er der bevægelser af landet på grund af geologiske forhold. I Danmark fx hæver den nordøstlige del af landet sig stadig efter den sidste istid. Derfor er det ikke nok at se på lokale observationer af vandstanden, men globale data er nødvendige, og her har satellitterne i de seneste årtier givet vigtig information.

Når man ser på alle tilgængelige målinger og satellitdata, er der ikke tvivl om, at vandstanden i oceanerne globalt set er stigende. IPCC konkluderer i sin videnskabelige rapport fra 2001, at den globale vandstand i det 20. århundrede er steget mellem 10 og 20 cm.



Globale temperaturændringer frem til år 2100 for rækken af IPCC-scenarier i figuren vist nederst på forrige side. (Grafik: UVH modificeret efter IPCC)

Fremtidens klima

Når man skal vurdere fremtidige menneskeskabte klimaændringer, er det nødvendigt at fremskrive udslip af drivhusgasser og andre stoffer, som påvirker klimaet. Drivhusgasudslip har været en indbygget virkning af økonomisk og teknologisk udvikling, siden den industrielle revolution startede i slutningen af 1700-tallet, men der er ingen simpel sammenhæng mellem økonomisk vækst, samfundsudvikling og de vigtigste kilder til drivhusgasudslip over længere tidshorisonter. Derfor opstilles scenarier, som er alternative billeder af fremtidige udviklingstendenser. Ud fra scenarierne kan man så beregne, hvordan drivhusgasudslippene vil udvikle sig og endelig – ved hjælp af klimamodeller – hvordan den fremtidige klimaudvikling kan se ud for en vifte af fremtidsscenarier.

Klimamodeller er matematiske ligninger, som beskriver klimasystemet og vekselvirkninger mellem dets forskellige komponenter ud fra fysikkens love og konstaterede sammenhænge. Ligningerne løses på store edb-anlæg. IPCC har i sin seneste rapport (IPCC, 2001), på basis af bl.a. beregninger med DMI's vejr- og klimamodeller, vurderet, at den globale temperatur frem til år 2100 vil stige mellem 1,4 og 5,8 grader for en vifte af scenarier for udslip af drivhusgasser og andre stoffer, som påvirker klimaet. For de nærmeste 40-50 år er forskellen på scenarierne forholdsvis lille, fordi en betydelig del af opvarmningen skyldes de drivhusgasudslip, der allerede er sket. Derimod afhænger udviklingen i anden halvdel af århundredet meget af udslippene over de næste årtier. De allernyeste resultater viser, at det ikke kan udelukkes, at temperaturstigningen i 2100 kan blive endnu større end 5,8 grader.

For et "mellemscenario" viser beregningerne for Danmark, at temperaturen i løbet af århundredet stiger 3-5 grader. Der kommer mindre nedbør om sommeren, men når det regner, regner det kraftigere, og der kommer mere nedbør om efteråret og om vinteren. Der kommer måske flere storme, og havenes vandstand stiger, alt sammen ændringer, som har betydning for naturen og samfundet.

Drivhuseffekten og atmosfærens strålingsbalance

Jordens klimasystem

Jordens klimasystem, som består af atmosfæren, oceanerne, is og sne, landoverfladen og biosfæren, får hovedparten af sin energi fra Solen. Solen er en kugle af glødende luftarter 150 mio. km væk, og den udsender strålingsenergi i form af lys.

Jorden modtager således hele tiden energi fra Solen. Noget af solstrålingen (ca. 30%) kastes tilbage til verdensrummet fra skyerne, luften og Jordens overflade, 20 % absorberes af atmosfæren, mens resten - ca. 50 % - når ned til jordoverfladen, hvor det absorberes af land og oceaner, som derved varmes op.

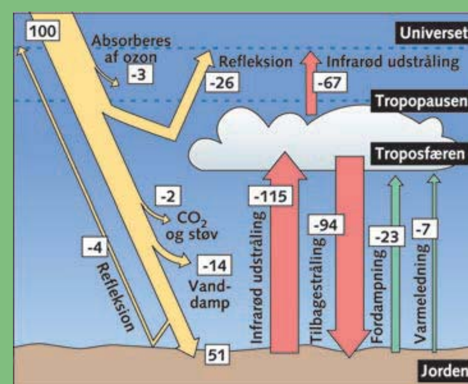
Jordoverfladen slipper af med varmen gennem varmestråling til atmosfæren og til verdensrummet. Når varmestrålingen passerer gennem atmosfæren, absorberes den af skyer, partikler og visse luftarter i atmosfæren. Dvs., at der optages energi fra strålingen, hvorved atmosfæren opvarmes.

Atmosfæren er en blanding af mange forskellige luftarter. Hver type af luftmolekyle vil absorbere varmestråling fra bestemte bølgelængdeområder. De vigtigste gasser, som absorberer varmestråling fra jorden, er vanddamp, kuldioxid, metan, lattergas og ozon – såkaldte drivhusgasser.

Atmosfæren slipper af med varme, ved at skyerne og drivhusgasserne udsender varmestråling, både opad og ned mod Jordoverfladen, som derved får varmestråling retur fra atmosfæren.

Drivhusgassernes virkning

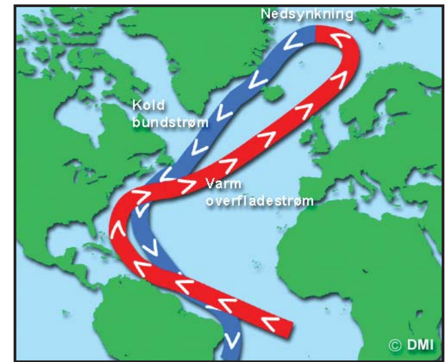
Drivhusgasserne virker derfor som en slags isolerende lag, der lader solens stråler komme ind og forhindrer varmen i at slippe ud – som glasset i et drivhus. Selv om det ikke er de samme fysiske processer, der gør drivhuset varmt, har denne egenskab ved atmosfæren fået navnet drivhuseffekten og de gasser, der er årsag til den, kaldes drivhusgasser. Uden drivhuseffekten ville Jordoverfladens temperatur alt andet lige være ca. 33 °C koldere end den er, og Jorden ville være ubeboelig.



Jordens årlige globale energibalance. Af den indkommende solstråling absorberes ca. halvdelen af overfladen, som sender energien op i atmosfæren som varmestråling. Atmosfæren tilføres desuden energi gennem varmeledning fra jordoverfladen og oceanerne samt evapotranspiration, dvs. fordampning af vand, is og sne fra overfladen samt fra planterne. Ved toppen af atmosfæren er der balance mellem den stråling, der kommer fra Solen og den, der sendes ud til verdensrummet. (Grafik: DMI)



Vandstandsstigninger har betydelige effekter langs kysterne. (Foto: Forfatteren)



Vandtransporten i Nordatlanten. (Grafik: DMI)

Fremtidige vandstandsstigninger

Frem til år 2100 er det – for viften af fremtidige udslip af drivhusgasser – beregnet, at den globale vandstand vil stige yderligere mellem 9 og 88 cm som følge af varmeudvidelse og afsmeltning af gletschere og iskalotter. Til gengæld opvejer afsmeltning i Grønland og tilvækst i isdækket ved Antarktis næsten hinanden. Antarktis vokser, fordi varmere luft i området kan indeholde mere vanddamp, der vil falde som sne og ophobe sig.

Efter 2100 vil den globale vandstand fortsætte med at stige i mange hundrede år – selv hvis drivhusgaskoncentrationen i atmosfæren er stabiliseret – på grund af den langsomme opvarmning af oceanernes dybere dele.

Bryder Golfstrømmen sammen?

Vindene medvirker til transport af varme og dermed energi fra ækvator mod polerne, og også oceanerne transporterer varme mod polerne. Fx betyder Golfstrømmen, at klimaet i Nordvesteuropa er noget varmere end på tilsvarende breddegrader andre steder. Havstrømme drives af vinden og af forskelle i massefylde i vandet. Vinden påvirker vandbevægelsen i de øverste 50-100 m, og længere nede drives bevægelserne af forskelle i vandets temperatur og saltholdighed. Koldt vand er tungere end varmt vand, og salt vand er tungere end ferskt vand. Derfor synker koldt og salt vand ned. I Nordatlanten dannes dybvand især i det Arktiske Ocean og de Nordiske Have og også i Grønlandshavet og ved Labrador. Denne nedsynkning af vand betyder, at der strømmer relativt varmt overfladevand mod nord i Golfstrømmen. Det har været diskuteret, om den øgede drivhuseffekt med øget nedbør i de arktiske egne og øget afsmeltning vil føre til, at Golfstrømmen bryder sammen. Beregninger med klimamodeller viser, at strømmen vil svækkes noget, men den vil ikke bryde sammen, og selv om den svækkes, vil den globale opvarmning stadig føre til opvarmning i Nordvesteuropa.

Risikoen for store og uventede ændringer som fx nedbrydning af Golfstrømmen blev diskuteret i den seneste IPCC-rapport. Her konkluderes, at sandsynligheden for sådanne begivenheder er lav i det 21. århundrede, men at overraskelser ikke kan udelukkes, da systemet ikke er fuldstændigt forstået og klimamodellerne ikke er perfekte. Det kan heller ikke udelukkes, at den øgede drivhuseffekt kan sætte gang i ændringer, som kan føre til sådanne hændelser i de efterfølgende århundreder. Jo større klimaændringer der sker, jo større er risikoen for sådanne hændelser.

Konklusion

Koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren er steget kraftigt siden industrialiseringen begyndte. I de seneste 100 år er temperaturen steget, og det er sandsynligt, at stigningen de seneste 35-50 år skyldes men-



Med stigende temperaturer ventes færre situationer med glatføre. (Foto: Forfatteren)



Skovrydning bidrager til udslip af kuldioxid, mens plantning binder kuldioxid. (Foto: Forfatteren)

neskets aktiviteter. Der er også andre ændringer i klimasystemet, fx øget nedbør på den nordlige halvkugles kontinenter, længere vækstsæson og mindre is på søer og floder.

Fremtidige klimaændringer kan ikke undgås – selv hvis vi hurtigt kunne stabilisere atmosfærens indhold af drivhusgasser omkring det nuværende niveau, ville vi få en global temperaturstigning på yderligere 1 °C på grund af de udslip af drivhusgasser, der er sket over de seneste årtier.

Klimaændringer har betydning for mange sektorer i samfundet fx jordbrug, skovbrug, sundhed, transport, kyster og havne og dimensionering af bygninger og infrastruktur. Fremskrivninger af klimaudviklingen er vigtig for beslutningstagerne både i det politiske system, ved offentlige myndigheder og i private firmaer. På basis af klimascenarier kan beslutningstagerne vurdere behov for strategier for tilpasning til klimaændringer og for reduktioner af drivhusgasudslip. Og da de politiske beslutninger nu har betydning for udviklingen senere i århundredet, er det vigtigt, at klimamodellerne løbende forbedres, og at usikkerhederne mindskes.

Litteratur:

IPCC, 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Redigeret af Houghton, J.T.; Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden og D. Xiaosu. Cambridge University Press, Cambridge. 944 sider.

Oversættelse af rapportens Resume for Beslutningstagere findes i rapport 01-9 fra Danmarks Klimacenter/DMI. Rapporten er tilgængelig på www.dmi.dk.

Jørgensen, A.M.K, Fenger, J. og Halsnæs, K., 2002. Den globale opvarmning - Bekæmpelse og tilpasning. Gads Forlag, København. 181 sider.

Vejr for enhver – Vejr, klima og miljø. 1997. Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) og Munksgaard, København. 256 sider.

På DMI's hjemmeside www.dmi.dk findes info om drivhuseffekt og klima m.m.



Med mindre nedbør om sommeren kan jordbruget, især på de lette jorder, få behov for mere kunstvanding. (Foto: Forfatteren)

Kort nyt

Granit som kystsikring

Fra marts til maj bliver der anbragt op til et ton tunge granitsten ved klitterne ud for Søndervig ved Ringkøbing Fjords nordvestlige hjørne og Vesterhavet.

Kystdirektoratet, der står bag kystsikringsprojektet, har sat dobbeltbemanding på entreprenørmaskinerne, fordi man vil have arbejdet færdiggjort, inden turisterne ankommer i juni.

Kystdirektoratet har foreløbig kalkuleret med, at der skal bruges ca. 40 tons ekstra-tung granit til kystsikringen, således at havet ikke "æder" yderligere af klitten.

Kystdirektoratet har valgt at sikre kysten og klitterne ved Søndervig, fordi havet siden efteråret har "spist" omkring 25 meter af kysten.

Ringkjøbing Amts Dagblad/SLJ

Olivin på Grønland

Seqi Olivine A/S, officielt ejet af canadiske Crew Gold Corporation, har efter kun to års forberedende undersøgelser fået licens til udvindelse af olivin i den vestgrønlandske Seqinnersuusaaq-forekomst beliggende 64°59'N - 51°33'W nær Tasiussarssuaq Fjord omtrent 90 km nord for Nuuk.

Licensen omfatter ca. 7 km^2, og projektet er samfinancieret med Minelco AB, der er ejet af det svenske LKAB, og som bla. ejer Kiruna og Malmberget-jernforekomsterne i Sverige. Minelco AB vil have det driftsmæssige ansvar. I første omgang regnes der med en produktion på 1-2 mio. tons olivin af forskellig kvalitet. Olivin $(Fe,Mg)_2SiO_4$ anvendes bl.a. til stålfremstilling som "slag conditioner", i støberiarbejde til produktion af fx mangan-stål samt produktion af slibemiddel (sand) til sandblæsning.

Seqinnersuusaaq-olivinen udvindes fra enten en homogen eller lagdelt dunit og er en magnesium-rig olivin (højt forsterit-indhold) med 46-49 wt% MgO og 7-8 wt% FeO_{tot}. Ifølge Seqi Olivine A/S satser man mest på sandblæsning og produktion af olivin til støberier fremfor stålindustrien, og man forventer, at minen i nær fremtid bliver en seriøs konkurrent til især de norske olivinforekomster.

Crew/TBT

Iransk jordskælv

Et kraftigt jordskælv, som blev målt til 6,4 på Richterskalaen, ramte d. 22. februar kl. 5.55 lokal tid flere bjerglandsbyer i det sydøstlige Iran. De iranske myndigheder meldte hen under aften samme dag, at ca. 400 mennesker var blevet dræbt som følge af jordskælvet. Redningsarbejdet blev besværliggjort af vedvarende regn og blokerede veje, men det lykkedes dog de iranske redningsmandskaber inden mørkets frembrud at bjærge omkring 500 landsbybeboer med behov for hospitalsbehandling.

Jordskælvets epicentrum lå ca. 60 kilometer nordvest for byen Kerman i det sydøstlige Iran. Jordskælvet er det kraftigste, der har ramt Iran, siden det jordskælv, der ramte byen Bam i december 2003, dræbte omkring 30.000 mennesker. Bam ligger kun 200 kilometer fra Kerman.

AFP/SLJ

Fund af 4 mio. år gamle knogler

Et hold antropologer fra Indiana University har udgravet fossiler af tidlige mennesker i Gona, der ligger i Afar-regionen i Etiopien. De mener, at de har fundet knogler fra ni individer af arten Ardipithecus ramidus, der levede for mellem 4,3 og 4,5 mio. år siden.

"Mens biomolekulære beviser hjælper os til at datere de store begivenheder i abernes og menneskernes evolution, er der intet, der er bedre end fossiler, når det drejer sig om at danne sig et billede af anatomien og vores forfædre adfærdsmønstre", udtaler Mark Weiss, der er ansat ved The National Science Foundation, som delvist har støttet udforskningen. Og han forsætter: "Den sene miocæne til tidlige pliocæne tid er specielt vigtig, da det var deromkring, at vores forfædres og chimpansernes linier blev adskilt. Ethvert nyt fossil fortæller os en smule mere af historien om de tidlige stadier i menneskets oprindelse".

Adskillige etiopiske udgravninger har resulteret i humanoide fossiler fra den tidsperiode. Gona-udgravningen har tidligere været kendt for fundet af det ældste stenværktøj nogensinde. Resultatet er at finde i januar-udgivelsen af Nature.

www.nsf.gov/PBSJ